

Дослідження спектрів складних аудіо-сигналів та методика музичної терапії

Ляшко^f Д. О., ORCID [0000-0001-9816-8992](https://orcid.org/0000-0001-9816-8992)

e-mail dashulyazt@gmail.com

Найда^s С. А., д.т.н. проф., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)

e-mail s.naida@kpi.ua

Кафедра акустики та акустoeлектроніки acoustic.kpi.ua

Факультет електроніки fel.kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» kpi.ua

Київ, Україна

Реферат — В даній роботі проведено аналіз попередніх досліджень зі сприйняття музики в якості стимулюючого матеріалу. Проведено дослідження спектральних характеристик біоелектричної активності мозку студентів при прослуховуванні складних аудіо-сигналів, а саме, музичних композицій різного компонентно-структурного складу та за критерієм охоплення чутного діапазону частот. Представлена методика експерименту для впливу обраних музичних композицій на ритми головного мозку, зокрема альфа-, бета-, дельта - і тета - ритми.

Ключові слова — електроенцефалограма; спектральний аналіз; аудіостимули; музика

I. ВСТУП

Дослідження, що стосуються нейрофізіологічних аспектів сприйняття музики, є відносно молодою та швидко розвиваючою областю наукових інтересів. Сучасні дослідники і теоретики виділяють два основних напрямки, з якими пов'язують подальший успішний розвиток робіт в цій тематиці. Перше - методологічне - стосується вдосконалення вже існуючих інструментальних і математичних засобів отримання та обробки нейрофізіологічних даних. Друге включає в себе розвиток нових гіпотез, моделей і технік, спрямованих на розробку такого важливого поняття, як музична складність (musical complexity) [1].

Однак більша частина вітчизняних дослідників і ряд зарубіжних авторів, торкаючись питання сприйняття музики, в якості стимулюючого матеріалу використовують повноцінні музичні композиції різної жанрової приналежності. Подібний підхід не сприяє розумінню того, як різні музичні компоненти взаємодіють один з одним, призводить до плутанини і появи безлічі різних, часто суперечливих, теорій сприйняття музики [2]. Крім того, такий варіант побудови дослідження практично виключає можливість вирішення однієї з основних завдань, що стоять перед цією галуззю знань: виявлення тих фізичних характеристик музичних композицій, які грають найбільш важливу роль в передачі семантичної та естетичної (емоційної) інформації [3]. Її досягнення стає можливим тільки при розгляді музики як складного фізичного сигналу, характеризується різним компонентно-структурним складом, у відриві від її культурної та історичної цінності [1].

Метою нашого дослідження є вивчення спектральних характеристик біоелектричної активності мозку студентів при прослуховуванні складних аудіо-сигналів, а саме, музичних композицій різного компонентно-структурного складу, що відрізняються наявністю мелодійної компоненти і швидкістю відтворення.

II. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Завданням експерименту є перевірка впливу ряду музичних композицій на ритми головного мозку, зокрема альфа-, бета-, дельта - і тета - ритми. У разі загального позитивного ефекту детально проаналізувати зміни параметрів ритмів і локалізувати ділянки музичних композицій, які найефективніше впливають на ритми головного мозку людини, з метою лікування порушень функціонування центральної нервової системи, органічних ушкоджень головного мозку, стресів, та її ефективної психологічної реабілітації.

A. Методика експерименту:

1. При проведенні досліджень по стимуляції центральної нервової системи людини складними аудіо-сигналами, задіяні музичні фрагменти різного компонентно-структурного складу. Всі фрагменти записані в форматі mp3. (Табл. 1)

2. За допомогою програмного забезпечення Sound Forge Pro 12.0, з частотою дискретизації 1024 Гц та вікном сглажування Блекмена проаналізували спектри частот для кожної з композицій, що будуть використовуватись в експерименті. На Рис.1.1-1.9 представлені відібрані після ретельного аналізу зразки музичних композицій для кожної частотної групи.



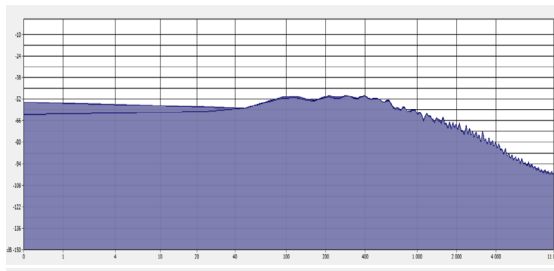


Рис.1.1 Спектрограма композиції «Симфонія №1» А.Брукнера (НЧ)

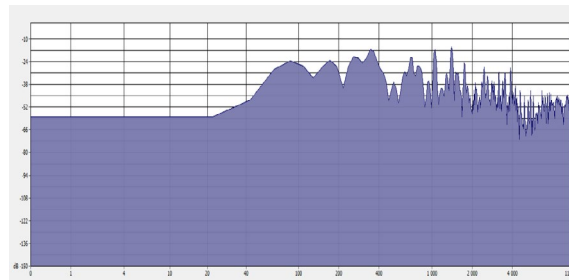


Рис.1.5 Спектрограма композиції «Я на небі» С. Вакарчука (СЧ)

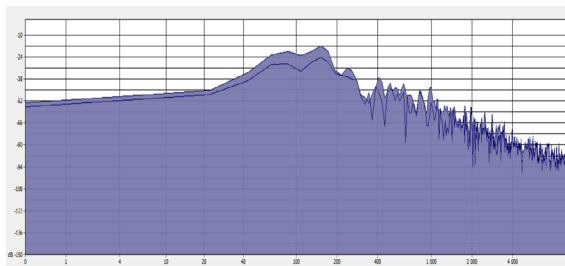


Рис.1.2 Спектрограма композиції «Bohren Und Der Club of Gore» On Demon Wings (НЧ)

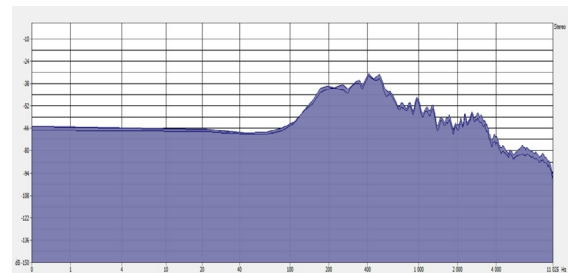


Рис.1.6 Спектрограма композиції «Молитва за Україну» М.Лисенка (СЧ)

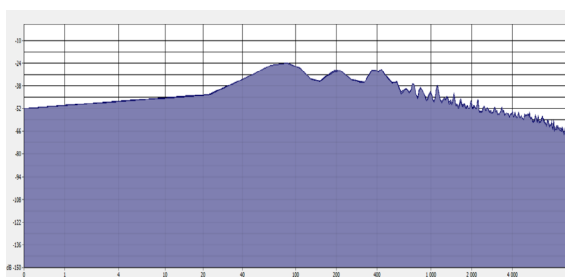


Рис.1.3 Спектрограма композиції «Vonovo» Kong (НЧ)

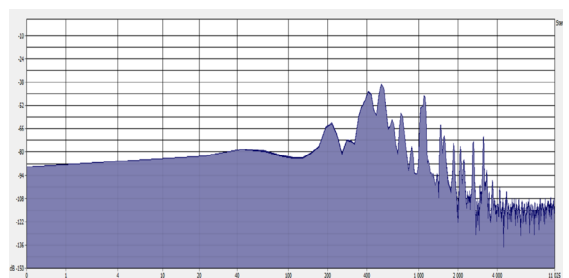


Рис.1.7 Спектрограма композиції ««Вступ до опери Р.Вагнера» Тристан і Ізольда» (СЧ)

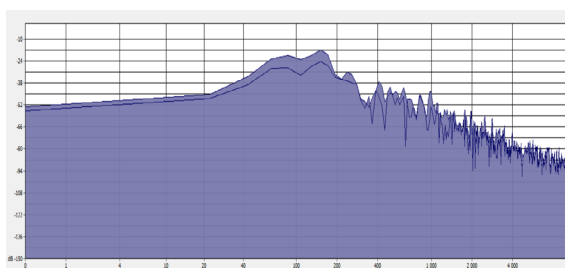


Рис.1.4 Спектрограма композиції «ParovStelar» Catgroove (НЧ)

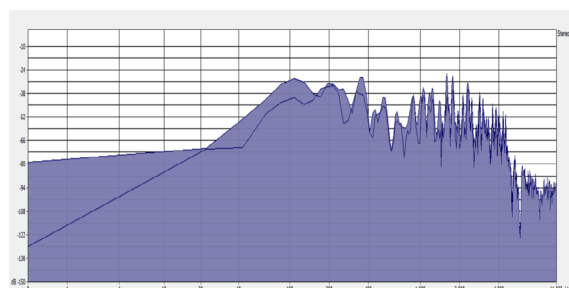


Рис.1.8 Спектрограма композиції «Gag» - Chimaira (ВЧ)

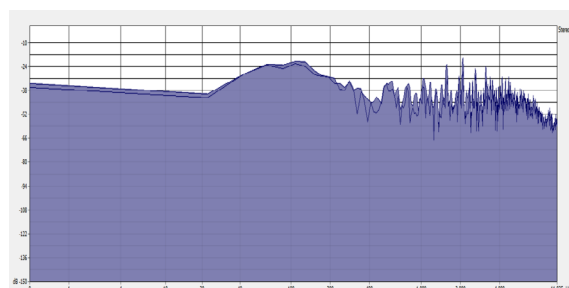


Рис.1.9 Спектрограма композиції «Heavy metal gods» - Infornal (ВЧ)



Рис.2 Заглушена кімната кафедри акустики та акустоелектроніки КПІ ім.Ігоря Сікорського для дослідження впливу складних аудіо-сигналів на електричну активність кори головного мозку людини

ТАБЛИЦЯ 1

№	Композиція	Частота з A_{max} Гц	Частотна група
1	«Симфонія №1» А.Брукнера	120-300 Гц	НЧ
2	«Фантазія-експромт» Ф.Шопена	250 Гц	НЧ
3	«Bohren Und Der Club of Gore» On Demon Wings	80 Гц	НЧ
4	«Charles-Camille Saint-Saëns» Danse Macabre	40-100 Гц	НЧ
5	«LittleWalter» BlueLight	110 Гц	НЧ
6	«Bonobo» Kong	80 Гц	НЧ
7	«ParovStelar» Catgroove	150 Гц	НЧ
8	«Молитва за Україну» М.Лисенка	420 Гц	СЧ
9	«Мелодія» М.Скорика	450 Гц	СЧ
10	«Вступ до опери Р.Вагнера» Тристан і Ізольда	563 Гц	СЧ
11	«Я на небі» С.Вакарчука	1,5 кГц	СЧ
12	«Gag» - Chimaira	1,76 кГц	ВЧ
13	«Heavy metal gods» Infornal	2,25 кГц	ВЧ

3. На основі спектрального аналізу встановили характерні частоти з найбільшою амплітудою по відношенню до усього спектру частот для кожної з композицій. Обрали часовий інтервал розміром в одну хвилину, де зустрічаються дані частоти та розділили композиції на три частотні групи: низькочастотні

(НЧ) в діапазоні від 20 Гц до 300 Гц, середньочастотні (СЧ) - від 300 Гц до 3 кГц, і високочастотні (ВЧ) - від 3 кГц до 20 кГц. Результати наведені в табл. 1.

Надалі будуть відібрані, на добровільній згоді, відповідно до правил біоетики, які регламентовані міжнародними документами, 30 добровольців - студентів.

Дослідження впливу складних аудіо-сигналів на електричну активність кори головного мозку буде проведено в сертифікованій заглушеній кімнаті кафедри акустики та акустоелектроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського (рис. 2), методом електроенцефалографії (ЕЕГ) за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа «BRAINTEST-16» (ТОВ НВП «DX-системи», Україна, м. Харків).

Статистичну обробку даних ЕЕГ буде проведено по U - критерію Уїлкоксона-Мана-Уїтні, для малих вибірок медико-біологічних даних.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було проведено дослідження спектрів частот обраних музичних композицій. Вибір проводився з урахуванням охоплення чутного діапазону частот, а його результати наведені у табл.1. Розроблена методика по дослідженню музичних композицій для впливу на ритми головного мозку, зокрема альфа-, бета-, дельта - і тета - ритмів. Перспективою подальших досліджень є проведення експерименту згідно представленої методики та аналіз зміни параметрів ритмів і локалізація ділянок музичних композицій, які найефективніше впливають.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] S. L. V. Kunavin A. M., "Spektral'nyye kharakteristiki bioelektricheskoy aktivnosti mozga studentov pri proslushivanii audio-stimulov razlichnogo komponentno-strukturnogo sostava [Spectral characteristics of the bioelectric activity of the brain of students when listening to audi,]" *Ekol. cheloveka*, pp. 34-42, 2014.
- [2] M. Riess Jones, R. R. Fay, and A. N. Popper, Eds., *Music Perception*, vol. 36. New York, NY: Springer New York, 2010, ISBN: 978-1-4419-6113-6.
- [3] P. R. I., Aldoshina, *Music acoustic*. Sankt-Peterburg 15/5000 St. Petersburg: Kompozitor, 2006, ISBN: 978-5-7379-0298-8.

УДК 534.32

Исследование спектров сложных аудио- сигналов и методика музыкальной терапии

Ляшко^f Д. А., ORCID [0000-0001-9816-8992](https://orcid.org/0000-0001-9816-8992)

e-mail dashulyazt@gmail.com

Найда^s С. А., д.т.н. проф., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)

e-mail s.naida@kpi.ua

Кафедра акустики и акустоэлектроники acoustic.kpi.ua

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» kpi.ua

Киев, Украина

Реферат— В данной работе проведен анализ предыдущих исследований по восприятию музыки в качестве стимулирующего материала. Проведено исследование спектральных характеристик биоэлектрической активности мозга студентов при прослушивании сложных аудио-сигналов, а именно, музыкальных композиций разного компонентно-структурного состава и по критерию охвата слышимого диапазона частот. Представленная методика эксперимента для воздействия избранных музыкальных композиций на ритмы головного мозга, в частности альфа-, бета-, дельта - и тета - ритмы.

Ключевые слова – электроэнцефалограмма; спектральный анализ; аудиостимулы; музыка



Research spectra of complex audio signals and methods of music therapy

D. A. Liashko^f, ORCID [0000-0001-9816-8992](https://orcid.org/0000-0001-9816-8992)

e-mail dashulyazt@gmail.com

S. A. Naida^s, Dr.Sc.(Eng.) Prof., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)

e-mail s.naida@kpi.ua

Department of Acoustics and Acoustoelectronics acoustic.kpi.ua

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" kpi.ua

Kyiv, Ukraine

Abstract— In this paper, an analysis of previous studies on the perception of music as a stimulating material. The analysis of the data presented in the scientific literature and own studies allowed us to make an assumption about the structure of musical influence. In the work, it was represented by the interaction of three subsystems, which are hierarchical levels of a holistic system, built on the dynamic principle, which most reflects the essence of musical influence on the person.

The study of the spectral characteristics of the bioelectric activity of the brain of students during the listening of complex audio signals, namely, musical compositions of various components and structures, and the criterion of reaching the audible frequency range, was studied. The method of the experiment is to carry out research on stimulation of the central nervous system of a person with complex audio signals, the musical fragments of different component-structural composition are involved. On the basis of spectral analysis, set characteristic frequencies with the highest amplitude to the entire spectrum, often for each of the compositions, and divide the compositions into three frequency groups: low frequency, medium frequency and high-frequency.

The research will be selected, on a voluntary basis, in accordance with the rules of bioethics, which are regulated by international documents, 30 volunteers - students. The study of the influence of complex audio signals on the electrical activity of the cerebral cortex will be carried out in a certified muffled room of the Acoustics and Acoustoelectronics Department of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute by the method of electroencephalography (EEG) using the computer electroencephalograph "BRAINTTEST-16" The technique of experiment for the influence of selected musical compositions on the rhythms of the brain, in particular alpha, beta, delta and theta - rhythms is presented. In the case of a general positive effect, a detailed analysis of changes in the parameters of rhythms and localization of areas of musical compositions that most effectively affect the rhythms of the human brain, the method of treatment of disorders of the functioning of the central nervous system, organic brain damage, stress, and its effective psychological rehabilitation.

Keywords – *electroencephalogram; spectral analysis; audio stimulus; music*

